

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-031368

(43)Date of publication of application : 02.02.1999

(51)Int.Cl.

G11B 21/10  
// G11B 5/58

(21)Application number : 09-185385

(71)Applicant : FUJITSU LTD  
FUJI ELELCTROCHEM CO LTD

(22)Date of filing : 10.07.1997

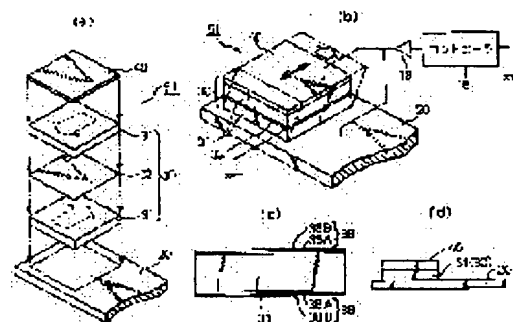
(72)Inventor : KOGANEZAWA SHINJI  
YAMADA TOMOYOSHI  
UEMATSU YUKIHIRO  
NAKANO HISASHI  
INOUE JUNICHI  
SUZUKI TETSUYA

## (54) ACTUATOR USING PIEZOELECTRIC ELEMENT AND A HEAD MINUTE MOVEMENT MECHANISM USING THE ACTUATOR

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a shearing type actuator which is simple in constitution, disregardful in dimensional precision, high in positioning precision and low in manufacturing cost.

SOLUTION: This actuator using a shearing type piezoelectric element is constituted of a fixed member 20 being a base of the actuator, a driving member 30 consisting of shearing type piezoelectric elements arranged on the fixed member 20, and a movable member 40 arranged on the driving member 30. In the driving member 30, piezoelectric elements 31 polarized in the direction of depth of an element and the vertical are laminated plurally and alternately in the inverse direction of the polarization direction, a conductor layer 32 is provided between each layer, the movable member 40 are driven in parallel for the fixed member 20 by applying voltage respectively in the direction of depth of plural piezoelectric elements 31.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.09.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-31368

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 1 1 B 21/10

G 1 1 B 21/10

N

// G 1 1 B 5/58

5/58

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平9-185385

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月10日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(71) 出願人 000237721

富士電気化学株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72) 発明者 小金沢 新治

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

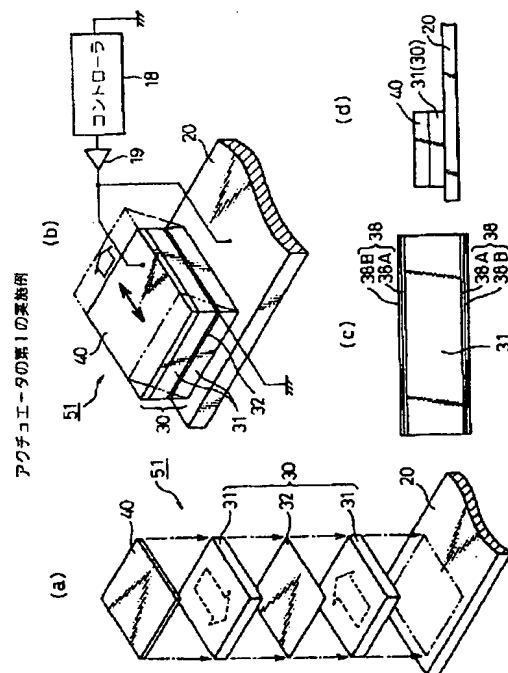
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電素子を用いたアクチュエータ及びこのアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構

(57) 【要約】

【課題】 構成が簡単、かつ寸法精度が不要であると共に、位置決め精度の高い安価な剪断型アクチュエータを提供する。

【解決手段】 剪断型圧電素子を用いたアクチュエータを、アクチュエータのベースとなる固定部材20と、この固定部材40上に配置された剪断型圧電素子からなる駆動部材30と、この駆動部材30上に配置された可動部材40とから構成し、駆動部材30は、素子の厚さ方向と垂直に分極された圧電素子31が、分極方向を逆向きに交互に複数積層されており、各層の間には導体層32が設けられ、複数の圧電素子31の厚さ方向にそれぞれ電圧を印加することにより、固定部材20に対して可動部材40を並進駆動するようにして構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ベースとなる固定部材と、この固定部材上に配置された圧電素子からなる駆動部材と、この駆動部材上に配置された可動部材とを備え、前記圧電素子の前記固定部材側の面と前記可動部材側の面との間に印加される電圧によって動作する、圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記圧電素子には、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形するものが使用され、

前記駆動部材は、前記圧電素子とその分極方向を交互に逆向きにされ、隣接する前記圧電素子間には共通電極が挟まれて複数個積層されて構成され、

前記複数の圧電素子の各電極間にそれぞれ電圧が印加されることにより、前記固定部材に対して前記可動部材が並進駆動されるように構成されたことを特徴とする圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項2】 ベースとなる固定部材と、この固定部材上に並列に隣接配置された圧電素子からなる2つの駆動部材と、これら2つの駆動部材上に跨がって配置された可動部材とを備え、前記各圧電素子の前記固定部材側の面と前記可動部材側の面との間に印加される電圧によって動作する、圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記圧電素子には、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形するものが使用され、

前記駆動部材は、前記圧電素子とその分極方向を互いに逆向きにされた状態で概ね平行に配置されて構成されており、

前記2つの圧電素子の各電極間にそれぞれ同じ向きの電圧が印加されることにより、前記固定部材に対して前記可動部材が回転駆動されるように構成されたことを特徴とする圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項3】 請求項2に記載の圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記駆動部材を構成する2つの圧電素子上に、それぞれ下部の圧電素子と分極方向が平行かつ逆向きの圧電素子が、それぞれ共通電極を介して同じ個数ずつ、少なくとも1層積層されており、

前記2つの圧電素子の積層体の各圧電素子の各電極間に、前記各積層体内の各圧電素子の変形方向が同じになる向きの電圧が印加されることにより、前記固定部材に対する前記可動部材の回転駆動量が増大されるようにした圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項4】 ベースとなる固定部材と、この固定部材上に配置された圧電素子からなる駆動部材と、この駆動部材上に配置された可動部材とを備え、前記圧電素子の

前記固定部材側の面と前記可動部材側の面との間に印加される電圧によって動作する、圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記圧電素子には、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形するものであって、1つの素子内に互いに平行逆向きの2方向の分極方向を持つものが使用され、

前記駆動部材は、単一の前記圧電素子から構成されており、

前記圧電素子の電極間に電圧が印加されることにより、前記固定部材に対して前記可動部材が回転駆動されることを特徴とする圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項5】 請求項4に記載の圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記駆動部材を構成する単一の圧電素子上に、それぞれ下部の圧電素子と分極方向が平行かつ逆向きの圧電素子が、それぞれ共通電極を介して少なくとも1層積層されており、

前記圧電素子の積層体の各圧電素子の各電極間に、前記積層体内の各圧電素子の変形方向が同じになる向きの電圧が印加されることにより、前記固定部材に対する前記可動部材の回転駆動量が増大されるようにした圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項6】 請求項2、3、及び5の何れか1項に記載の圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記圧電素子の前記固定部材側の面に電圧を印加する電極が、前記圧電素子の分極方向毎に独立して設けられている圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項7】 請求項1、3、及び5の何れか1項に記載の圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記積層された複数の圧電素子に一部重なり合わない部分が設けられており、この重なり合わない部分に設けられて露出する電極部に電圧印加用のリード線が接続されている圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項8】 請求項2から5の何れか1項に記載の圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記可動部材が、前記圧電素子によって直接駆動される基部と、この基部から突出する移動量拡大部から構成され、

前記基部にはこの基部を二分するような第1の切り欠きが設けられており、

この第1の切り欠きは、この基部に重なる前記駆動部材の分極方向に平行な方向になっていることを特徴とする圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項9】 請求項8に記載の圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記可動部材の前記基部と前記移動量拡大部の境界部に、前記第1の切り欠きに直角な方向に第2の切り欠きが設けられており、前記第1と第2の切り欠きの先端部

分に挟まれた部位にヒンジ構造が形成されていることを特徴とする圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項10】 ベースとなる固定部材と、この固定部材上に配置された圧電素子からなる駆動部材と、この駆動部材上に配置された可動部材とを備え、前記圧電素子の前記固定部材側の面と前記可動部材側の面との間に印加される電圧によって動作する、圧電素子を用いたアクチュエータであって、

前記圧電素子として、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形するものが使用され、この圧電素子の電極間に電圧が印加されることにより、前記固定部材に対して前記可動部材が並進駆動されるように構成されたことを特徴とする圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項11】 請求項1から10の何れか1項に記載の圧電素子を用いたアクチュエータであって、前記圧電素子の電極と接する面に、電極膜がスパッタリングによって形成されている圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項12】 請求項1から11の何れか1項に記載の圧電素子を用いたアクチュエータであって、前記圧電素子の前記固定部材側の面と前記可動部材側の面とに電圧を印加する手段が導電性接着剤である圧電素子を用いたアクチュエータ。

【請求項13】 少なくとも1枚の記録ディスクと、この記録ディスクに対して情報の読み書き動作を行うヘッドと、このヘッドを前記記録ディスク上で移動させるヘッドアクチュエータとを備えたディスク装置において、前記ヘッドを前記ヘッドアクチュエータの動作と独立に移動させるために前記ヘッドアクチュエータの一部に請求項1から12の何れか1項に記載の圧電素子を用いたアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構であって、

前記固定部材が前記ヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、

前記可動部材の一端に、前記ヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームの基端部が固着されていることを特徴とするヘッドの微小移動機構。

【請求項14】 少なくとも1枚の記録ディスクと、この記録ディスクに対して情報の読み書き動作を行うヘッドと、このヘッドを前記記録ディスク上で移動させるヘッドアクチュエータとを備えたディスク装置において、前記ヘッドを前記ヘッドアクチュエータの動作と独立に移動させるために前記ヘッドアクチュエータの一部に請求項1から12の何れか1項に記載の圧電素子を用いたアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構であって、

前記固定部材が前記ヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、

前記可動部材が前記ヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームとして構成されていることを特徴とするヘッドの微小移動機構。

【請求項15】 少なくとも1枚の記録ディスクと、この記録ディスクに対して情報の読み書き動作を行うヘッドと、このヘッドを前記記録ディスク上で移動させるヘッドアクチュエータとを備えたディスク装置において、前記ヘッドを前記ヘッドアクチュエータの動作と独立に移動させるために前記ヘッドアクチュエータの一部に請求項8または9に記載の圧電素子を用いたアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構であって、前記固定部材が前記ヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、

前記固定部材の先端部上に、前記駆動部材に電圧を印加する電極が、2つ並列に設けられており、

前記駆動部材の分極方向が同じ方向であり、

前記移動量拡大部の一端に、前記ヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームの基端部が固着されていることを特徴とするヘッドの微小移動機構。

【請求項16】 少なくとも1枚の記録ディスクと、この記録ディスクに対して情報の読み書き動作を行うヘッドと、このヘッドを前記記録ディスク上で移動させるヘッドアクチュエータとを備えたディスク装置において、前記ヘッドを前記ヘッドアクチュエータの動作と独立に移動させるために前記ヘッドアクチュエータの一部に請求項8または9に記載の圧電素子を用いたアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構であって、前記固定部材が前記ヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、

前記固定部材の先端部上に、前記駆動部材に電圧を印加する電極が、2つ並列に設けられており、

前記駆動部材の分極方向が同じ方向であり、

前記可動部材が前記ヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームとして構成されていることを特徴とするヘッドの微小移動機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電素子を用いたアクチュエータ、及びこのアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構に関し、特に、高精度に位置決めが可能な圧電素子を用いたアクチュエータ、及びこのアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構に関する。

【0002】近年、情報機器の精密化が進んでおり、微小な移動距離が必要なアクチュエータの需要が高まっている。例えば、光学系の焦点補正や傾角制御、プリンタの印字装置、磁気ディスク装置のヘッドアクチュエータなどでは、微小距離を移動制御することができるアクチュエータが必要となっている。

このような情報機器の中でも、磁気ディスク装置は、近年急激に市場拡大を遂げているマルチメディア機器のキ

ーデバイスの1つである。マルチメディア機器では、画像や音声等をより大量に、かつ高速に取り扱うため、より記憶容量の多い装置の開発が望まれている。磁気ディスク装置の大容量化は一般に、ディスク1枚当たりの記憶容量を増加させることで実現する。しかし、ディスクの直径を変えずに磁気ディスク装置を高記録密度化するためには、単位長さ当たりのトラックの数(TPI)を大きくする、つまり、トラックの幅を狭くすることが不可欠である。そして、記憶密度を急激に増加させるとトラックピッチが急激に狭まるため、記録トラックに対する読み書きを行うヘッド素子の位置決めを如何に正確に行うかが技術的な問題となっており、位置決め精度の良いヘッドアクチュエータが望まれている。

【0003】

【従来の技術】従来、磁気ディスク装置においては、高精度の位置決めを行うために、一般にキャリッジ等の可動部の剛性を向上させ、面内方向の主共振点周波数を上げる試みがなされてきた。しかし、共振点の向上には限界があり、仮に可動部の面内共振点を大幅に上げることができたとしても、可動部を支持する軸受けがばね特性を示すことに起因する共振が発生してしまい、サーボ領域を高くすることが困難であった。

【0004】これらの問題を解決する手段の1つとして、ヘッドアクチュエータのアームの先端にトラックフォロー用の第2のアクチュエータを設けることが提案されている。この第2のアクチュエータは、ヘッドアクチュエータの動作とは独立に、アームの先端部に設けられたヘッドを微小移動させることができるものである。例えば、特開平3-69072号公報には、図24(a)に示すように、ディスク装置100のメインアクチュエータ110の他に、アーム111の先端にサブアクチュエータ120を設けたものが開示されている。このサブアクチュエータ120は積層型の圧電素子123を2個使用してヘッド114を微小移動させるものである。このサブアクチュエータ120には、厚み方向に変位する圧電素子を複数枚積層して構成される積層型の圧電素子123がヘッドの移動平面の中に2個設けられており、ヘッドの移動平面の面内でヘッドの移動方向と同じ方向にヘッドが微小に変位できるようになっている。

【0005】更に、このサブアクチュエータ120では、積層型の圧電素子123は2本のアーム111の延長方向に2個配置されており、2個の圧電素子123の間の部分には、図24(b)にその詳細が示されるように、揺動センタスプリング121が設けられている。この揺動センタスプリング121は、センタアーム122の長手方向に垂直な方向にセンタアーム122の両側から内側に向かって複数本のスリット124を交互に設けて構成される。この複数本のスリット122により、センタアーム122はスプリングとして機能し、積層型の圧電素子123を与圧すると共に伸縮動作を増長する。

積層型の圧電素子123とアーム111の間は絶縁材で電気的に絶縁されており、両端の電極からリード線が引出されてこれを介して積層型の圧電素子123の駆動電圧が与えられる。

【0006】この従来例における問題点は、積層型圧電素子123の製造性が困難であること、高精度に加工された与圧バネ機構が必要なこと、リード線または線材による積層型圧電素子123の電極の引出しが必要なこと等である。更に、特許公報第2528261号に記載の発明では、やはりアームの先端にトラックフォロー用の微動アクチュエータを設けたヘッドの微小移動機構が開示されている。ここでは、図25(a)に示すように、ヘッドアクチュエータHAのキャリッジ5に突設されたアクセスアーム2と、ヘッド4が先端部に取り付けられた支持ばね3とを連結する連結板1にヘッドの微小移動機構MTが設けられている。キャリッジ5は回転軸6に取り付けられ、連結板1のアクセスアーム2への固定は、アクセスアーム2に形成された固定用孔2aに、連結板1の裏面に設けられた突起16を嵌合して接着剤等によって行われる。

【0007】ヘッドの微小移動機構MTが設けられる連結板1には、固定領域10、可動領域11、伸縮領域12、ヒンジ部13、および空隙15が設けられている。そして、図25(b)に示すように、伸縮領域12にはその表裏に溝部12aが設けられており、この溝部12aに圧電素子14が固定されている。連結板1の中心線に対して線対称の位置にある圧電素子14は、同時に逆向きに変形させられる。圧電素子14は図26(a)に矢符にて示す厚さ方向に分極されている。そして、連結板1が共通電極として接地され、両圧電素子14の外側面に電源8、8'から異なる電位が与えられると、電源8により通電されたものは分極方向と逆向きの電界がかかって長手方向に伸び、電源8'により通電されたものは分極方向と同方向の電界がかかって長手方向に縮む。

【0008】図26(b)は、両圧電素子の表裏両側に圧電素子14の外側面に電源8'から同じ電位が与えられる場合の構成を示すものである。この場合も、圧電素子14は矢符にて示される厚さ方向に分極されている。そして、連結板1は同様に共通電極として接地され、両圧電素子14の外側面に電源8'から同じ電位が与えられると、図面左側の圧電素子14には分極方向と逆向きの電界がかかって長手方向に伸び、図面右側の圧電素子14には分極方向と同方向の電界がかかって長手方向に縮むので、図26(a)の構成と同じ動作が行われる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述のような構成のヘッドの微小移動機構では、積層型圧電素子の製造性と、素子外形寸法の精度が必要であり、アームにも高い寸法加工精度が必要であるという問題があった。更に、製造性が悪く、コストが高くなるという問題

があった。また、特許公報第2528261号に記載のような構成のヘッドの微小移動機構では、圧電素子が金属材料に接着剤で貼られているために、圧電素子の変形が接着層の変形により吸収されてしまい、金属部の変形を起こすには不利である。従って、比較的剛性の高い連結板を伸び縮みさせるには多くの力が必要でストロークが確保できないという問題点があった。

【0010】そこで、本発明は、前記従来の問題点を解消し、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることにより、素子が剪断変形する圧電素子を使用することにより、圧電素子の高い寸法精度が必要されないと共に、高精度の位置決めが可能な圧電素子を用いたアクチュエータ及びこのアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成する本発明の特徴は、以下に第1から第11の発明として示される。第1の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、ベースとなる固定部材と、この固定部材上に配置された圧電素子からなる駆動部材と、この駆動部材上に配置された可動部材とを備え、圧電素子の固定部材側の面と可動部材側の面との間に印加される電圧によって動作する、圧電素子を用いたアクチュエータであって、圧電素子には、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形するものが使用され、駆動部材は、圧電素子とその分極方向を交互に逆向きにされ、隣接する圧電素子間には共通電極が挟まれて複数個積層されて構成され、複数の圧電素子の各電極間にそれぞれ電圧が印加されることにより、固定部材に対して可動部材が並進駆動されるように構成されている。

【0012】第1の発明によれば、各圧電素子への電圧の印加により固定部材に対して可動部材を並進駆動させることができ、変位が大きく、安価で精度の良い並進アクチュエータが得られる。第2の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、ベースとなる固定部材と、この固定部材上に並列に隣接配置された圧電素子からなる2つの駆動部材と、これら2つの駆動部材上に跨がって配置された可動部材とを備え、各圧電素子の固定部材側の面と可動部材側の面との間に印加される電圧によって動作する、圧電素子を用いたアクチュエータであって、圧電素子には、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形するものが使用され、駆動部材は、圧電素子とその分極方向を互いに逆向きにされた状態で概ね平行に配置されて構成されており、2つの圧電素子の各電極間にそれぞれ同じ向きの電圧が印加されることにより、固定部材に対して可動部材が回転駆動されるように構成されている。

【0013】第2の発明によれば、2つの圧電素子への同じ向きの電圧の印加により固定部材に対して可動部材を回転駆動させることができ、安価で精度の良い回転アクチュエータが得られる。第3の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、第2の発明のアクチュエータにおいて、駆動部材を構成する2つの圧電素子上に、それぞれ下部の圧電素子と分極方向が平行かつ逆向きの圧電素子が、それぞれ共通電極を介して同じ個数ずつ、少なくとも1層積層されており、2つの圧電素子の積層体の各圧電素子の各電極間に、各積層体内の各圧電素子の変形方向が同じになる向きの電圧が印加されることにより、固定部材に対する可動部材の回転駆動量が増大されるようになっている。

【0014】第3の発明によれば、各積層体内の変形方向が同じになるような向きの電圧の印加により、固定部材に対する前記可動部材の回転駆動量を増大させることができる。第4の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、ベースとなる固定部材と、この固定部材上に配置された圧電素子からなる駆動部材と、この駆動部材上に配置された可動部材とを備え、圧電素子の固定部材側の面と可動部材側の面との間に印加される電圧によって動作する、圧電素子を用いたアクチュエータであって、圧電素子には、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形するものであって、1つの素子内に互いに平行逆向きの2方向の分極方向を持つものが使用され、駆動部材は、単一の圧電素子から構成されており、圧電素子の電極間に電圧が印加されることにより、固定部材に対して可動部材が回転駆動されるようになっている。

【0015】第4の発明によれば、1つの圧電素子への電圧の印加により、固定部材に対して可動部材を回転駆動させることができ、部品点数を削減した安価で精度の良い回転アクチュエータが得られる。第5の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、第4の発明のアクチュエータにおいて、駆動部材を構成する単一の圧電素子上に、それぞれ下部の圧電素子と分極方向が平行かつ逆向きの圧電素子が、それぞれ共通電極を介して少なくとも1層積層されており、圧電素子の積層体の各圧電素子の各電極間に、積層体内の各圧電素子の変形方向が同じになる向きの電圧が印加されることにより、固定部材に対する可動部材の回転駆動量が増大されるようになっている。

【0016】第5の発明によれば、第4の発明のアクチュエータにおける、固定部材に対する前記可動部材の回転駆動量が増大される。第6の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、第4の発明のアクチュエータにおいて、圧電素子の固定部材側の面に電圧を印加する電極が、圧電素子の分極方向毎に独立して設けられている。

【0017】第6の発明によれば、可動部材を共通電極

とすることができるので、可動部材を一方の電極に接続しなくて済む。第7の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、第1、第3、又は第5の発明のアクチュエータにおいて、積層された複数の圧電素子に一部重なり合わない部分が設けられており、この重なり合わない部分に設けられて露出する電極部に電圧印加用のリード線が接続されている。

【0018】第7の発明によれば、第1又は第3の発明のアクチュエータにおいて、積層された大きさの異なる複数の圧電素子の他と重なり合わない部分に電圧印加用のリード線を接続することができるので、中間電極へのリード線の接続が容易になる。第8の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、第2から第5の発明のいずれかのアクチュエータにおいて、可動部材が、圧電素子によって直接駆動される基部と、この基部から突出する移動量拡大部から構成されており、この基部にはこれを二分するような第1の切り欠きが設けられており、この第1の切り欠きは、この基部に重なる駆動部材の分極方向に平行な方向になっていることを特徴としている。

【0019】第8の発明によれば、第2から第5の発明のいずれかのアクチュエータにおいて、可動部材が、圧電素子に直接駆動される基部と、この基部から突出する移動量拡大部から構成されており、この基部にはこれを二分するような第1の切り欠きが設けられている。この第1の切り欠きにより、この基部に重なる駆動部材の変形が互いに妨げられることがなくなり、素子変形を大きくできるため、移動量拡大部に大きな移動量が得られる。

【0020】第9の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、第8の発明のアクチュエータにおいて、可動部材の基部と移動量拡大部の境界部に、第1の切り欠きに直角な方向に第2の切り欠きが設けられており、第1と第2の切り欠きの先端部分に挟まれた部位にヒンジ構造が形成されていることを特徴としている。第9の発明によれば、第8の発明のアクチュエータにおいて、可動部材の基部と移動量拡大部の境界部に第1の切り欠きと第2の切り欠きから構成されるヒンジ構造が形成されているので、移動量拡大部に更に大きな移動量が得られる。

【0021】第10の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、ベースとなる固定部材と、この固定部材上に配置された圧電素子からなる駆動部材と、この駆動部材上に配置された可動部材とを備え、圧電素子の固定部材側の面と可動部材側の面との間に印加される電圧によって動作する、圧電素子を用いたアクチュエータであって、圧電素子として、素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形するものが使用され、この圧電素子の電極間に電圧が印加されることにより、固定部材に対して可動部材が並進駆動されるように構成されたことを特徴としている。

【0022】第10の発明によれば、構成が簡単なアクチュエータが得られる。第11の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、第1から第10の発明のアクチュエータにおいて、圧電素子の電極と接する面に、電極膜がスパッタリングによって形成されている。第12の発明の圧電素子を用いたアクチュエータは、第1から第11の発明のアクチュエータにおいて、圧電素子の固定部材側の面と可動部材側の面との間に電圧を印加する手段に導電性接着剤が使用されている。

【0023】第11及び第12の発明によれば、圧電素子の電極との接触が良くなり、圧電素子が効率良く伸縮する。第13の発明は、ディスク装置において、ヘッドをヘッドアクチュエータの動作と独立に移動させるためにヘッドアクチュエータの一部に第1から第12の発明の圧電素子を用いたアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構であって、固定部材がヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、可動部材の一端に、ヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームの基端部が固着されていることを特徴としている。

【0024】第13の発明によれば、第1から第12の何れかの発明のアクチュエータの固定部材がヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、可動部材の一端に、ヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームの基端部が固着されてディスク装置のヘッドの微小移動機構が構成されているので、安価で製造性が良く、精度の良いヘッドの微小移動機構が得られる。

【0025】第14の発明は、ディスク装置において、ヘッドをヘッドアクチュエータの動作と独立に移動させるためにヘッドアクチュエータの一部に第1から第12の発明の圧電素子を用いたアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構であって、固定部材がヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、可動部材がヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームとして構成されていることを特徴としている。

【0026】第14の発明によれば、第1から第12の何れかの発明のアクチュエータの固定部材が前記ヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、可動部材がヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームとして構成されているので、安価で製造性が良く、また、部品点数も少なく精度の良いヘッドの微小移動機構が得られる。

【0027】第15の発明は、ディスク装置において、ヘッドをヘッドアクチュエータの動作と独立に移動させるためにヘッドアクチュエータの一部に第8又は第9の発明に記載の圧電素子を用いたアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構であって、固定部材がヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、固定部材の先端部上の電極が2つに分割されて駆動部材の2つの分極方向毎に並列にそれぞれ設けられており、駆動部材の分極方向が同じ方向であり、可動部材の一端に、ヘッ



ドを先端部に取り付けたスプリングアームの基端部が固着されていることを特徴としている。

【0028】第15の発明によれば、第8又は第9の発明のアクチュエータの固定部材がヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、固定部材上に電極が併設された2つの駆動部材毎にそれぞれ設けられており、駆動部材の分極方向が同じ向きであり、可動部材の一端にヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームの基端部が固着されているので、安価で製造性が良く、精度の良いヘッドの微小移動機構が得られる。

【0029】第16の発明は、ディスク装置において、ヘッドをヘッドアクチュエータの動作と独立に移動させるためにヘッドアクチュエータの一部に第8又は第9の発明に記載の圧電素子を用いたアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構であって、固定部材がヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、固定部材の先端部上の電極が2つに分割されて駆動部材の2つの分極方向毎に並列にそれぞれ設けられており、駆動部材の分極方向が同じ方向であり、可動部材がヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームとして構成されていることを特徴としている。

【0030】第16の発明によれば、第8又は第9の発明のアクチュエータの固定部材がヘッドアクチュエータのヘッドアームとして構成され、固定部材上に電極が併設された2つの駆動部材毎にそれぞれ設けられており、駆動部材の分極方向が同じ向きであり、可動部材がヘッドを先端部に取り付けたスプリングアームとして構成されているので、安価で製造性が良く、また、部品点数も少なく精度の良いヘッドの微小移動機構が得られる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下添付図面を用いて本発明の実施の形態を具体的な実施例に基づいて詳細に説明する。まず、本発明の実施例を説明する前に、図14を用いて素子の厚さ方向に直交する方向に分極され、素子の厚さ方向の両面に設けられた電極間に電圧を与えることによって素子が剪断変形する圧電素子31（以後、単に剪断型圧電素子31と記す）の動作原理について説明する。図14(a)に示すように、厚さ方向に垂直な方向に分極されている圧電素子31（分極方向は図に点線で示す矢印の方向であり、以後分極方向を点線の矢印で示す）に、その上下の両面にそれぞれ電極22A、22Bを取り付け、電極22Bを接地し、電極22Aに電圧Vを印加した場合を考える。剪断型圧電素子31は滑り変形（剪断変形）をする。従って、電極22Bを接地した状態で電極22Aに電圧Vを印加すると、剪断型圧電素子31は図14(b)に示すように、破線で示す元の状態から、電極22A側は図に左方向に変形し、電極22B側は図の右方向に変形する。

【0032】よって、電極22B側を固定しておけば、電極22A側は図14(a)に破線の矢印で示す方向に変

形する。また、この状態で逆に電極22Aを接地し、電極22Bに電圧Vを印加した場合は、電極22A側は図14(a)に実線の矢印で示す方向に変形する。以下に説明する実施例は、剪断型圧電素子31のこのような動作原理に基づくものである。

【0033】図1(a)は本発明の第1の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ51の構成を示す組立斜視図である。図1(a)に示すように、第1の実施例のアクチュエータ51は、ベースとなる固定部材20と、この固定部材20上に配置された駆動部材30、及び、この駆動部材30の上に配置された可動部材40とから構成されている。この実施例では固定部材20は導電性金属から構成されている。また、駆動部材30は2つの剪断型圧電素子31とその間に挟まれる導体層32とから構成されている。駆動部材30を構成する2つの圧電素子31の分極方向は点線で示す矢印の向き、即ち、素子の厚さ方向と垂直で、互いに逆向きになっている。更に、駆動部材30の上に積層される可動部材40も導電性金属から構成されている。

【0034】なお、この実施例では、駆動部材30は2つの圧電素子31の積層体から構成されているが、積層する圧電素子31の個数は更に多くても良い。その場合は、圧電素子31の分極方向は1つ置きに同じ方向を向くようにし、隣接する圧電素子31の間には導体層32が挿入される。また、図1(a)の実施例では、圧電素子31に電圧を印加する電極は、導電性金属からなる固定部材20、導体層32、及び導電性金属からなる可動部材40であるが、図1(c)に示すように、圧電素子31の上下の面にこれらの電極からの電圧が一樣に圧電素子31に印加されるための電極膜38を設けても良い。電極膜38は、例えば、それぞれ0.2 $\mu$ m程度のクロム層38Aと白金層38Bとから構成される。この電極膜38はスパッタリングによって形成することができる。

【0035】更に、図1(a)の実施例の変形例として、導体層32を導電性接着剤としても良い。この場合は、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けなくても良い。また、圧電素子31と固定部材20との接続、及び圧電素子31と可動部材40との接続を導電性接着剤によって行うこともできる。この変形例では、電極膜38を形成する工程が削減される利点がある。

【0036】更にまた、図1(a)の実施例の別の変形例として、図1(d)に示すように、駆動部材30として、単一の圧電素子31のみを使用しても良い。図1(b)は(a)のアクチュエータ51を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20と固定部材40がアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、駆動部材30の導体層32とコントローラ18は、グランドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が2つの圧電素子3

1の厚さ方向に印加され、第1の実施例のアクチュエータ51は図に二点鎖線で示す方向に変形する。アクチュエータ51の変形量は、印加される電圧の値が大きいほど大きく、また、アクチュエータ51を構成する駆動部材30における圧電素子31の積層枚数が多いほど、大きくなる。

【0037】なお、図1(b)において、コントローラ18からは正極性、負極性の両方の駆動信号が出力される。従って、前述の極性と逆の極性の駆動信号がコントローラ18から出力された場合は、アクチュエータ51の変形方向は図示の方向と逆の方向になる。このように、第1の実施例のアクチュエータ51は、固定部材20側を固定した状態で可動部材40側に動作制御が必要な部材を取り付け、コントローラ18からの駆動信号の極性及び振幅、或いはアンプ19の増幅率を調節して、駆動部材30の圧電素子31への電圧の印加方向及び大きさを制御すれば、その部材を直線的に微小距離だけ駆動制御することができる。また、駆動信号を矩形波とした場合には、デューティ制御によって圧電素子31に印加する電圧の大きさを制御することもできる。

【0038】ここで、第1の実施例のように、圧電素子31の層数を増やすことにより可動部材40の単位電圧当たりの変位（以下変位感度と記す）を大きくすることができる点について説明する。一般に、剪断型圧電素子における変位 $\lambda$ は、圧電素子の層数を $n$ 、圧電素子の剪断変形定数を $d_{15}$ 、印加電圧を $V$ とすると、以下の式、 $\lambda = n \times d_{15} \times V$ （ $d_{15}$ は材料により決定される定数）

で表される。即ち、変位感度 $\gamma$ は $\lambda/V = n \times d_{15}$ であり、圧電素子の層数に比例して大きくなる。

【0039】以下に示す表1は、剪断型圧電素子が1層の場合と、2層の場合の圧電素子単体の変位感度 $\gamma$ を測定した結果を示すものである。この表1から2層の圧電素子は、1層の圧電素子に比べ1.8倍の変位感度を示していることが分かる。

〔表1〕層数と変位感度

素子層数	変位感度
1層素子	0.42nm/V
2層素子	0.76nm/V

図2(a)は本発明の第2の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ52の構成を示す組立斜視図である。

【0040】図2(a)に示すように、第2の実施例のアクチュエータ52は、ベースとなる固定部材20と、この固定部材20上に配置された駆動部材30、及び、この駆動部材30の上に配置された可動部材40とから構成されている。この実施例では固定部材20の上には電極21が設けられており、リードパターン22によって

図示しない電源に接続されている。固定部材21が非導電性物質の場合は電極21は直接固定部材21の上に設けられ、固定部材20が導電性金属の場合は、例えば、ポリイミド等の絶縁層を介して固定部材21の上に設けられる。また、駆動部材30は2つの剪断型圧電素子31が並列に並べられたものである。駆動部材30を構成する2つの圧電素子31の分極方向は点線で示す矢印の向き、即ち、素子の厚さ方向と垂直で、互いに逆向きになっている。駆動部材30の上に積層される可動部材40は導電性金属から構成されている。

【0041】この実施例においても、2つの圧電素子31の上下面にスパッタリングにより0.2 $\mu$ m程度のクロム層38Aと白金層38Bとからなる電極膜38が形成されている。また、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けず、圧電素子31と固定部材20との接続、及び圧電素子31と可動部材40との接続を導電性接着剤によって行っても良い。

【0042】図2(b)は(a)のアクチュエータ52を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20の電極21がアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、可動部材40とコントローラ18とはグラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が2つの圧電素子31の厚さ方向に印加されるので、第2の実施例のアクチュエータ52は図に二点鎖線で示す方向に回転する。アクチュエータ52の回転量は、印加される電圧の値が大きいほど大きい。

【0043】なお、図2(b)において、コントローラ18からは正極性、負極性の両方の駆動信号が出力される。従って、前述の極性と逆の極性の駆動信号がコントローラ18から出力された場合は、アクチュエータ52の変形方向は図示の方向と逆の方向になる。このように、第2の実施例のアクチュエータ52は、固定部材20側を固定した状態で可動部材40側に動作制御が必要な部材を取り付け、コントローラ18からの駆動信号の極性及び振幅を調節して、駆動部材30の圧電素子31への電圧の印加方向及び大きさを制御すれば、その部材を微小距離だけ回転制御することができる。

【0044】図3(a)は本発明の第3の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ53の構成を示す組立斜視図である。第3の実施例のアクチュエータ53は、第2の実施例のアクチュエータ52の変形例である。図3(a)に示すように、第3の実施例のアクチュエータ53は、第2の実施例のアクチュエータ52における駆動部材30を多層化したものである。即ち、第3の実施例のアクチュエータ53は、固定部材20と可動部材40との間に配置された駆動部材30が、導体層32を挟んだ2層の圧電素子31から構成されている点のみが第2の実施例のアクチュエータ52と異なる。

【0045】第3の実施例では、可動部材40の直下に配置される2つの圧電素子31の分極方向は第2の実施例と同じになっている。この場合、固定部材20の上に配置される圧電素子31の分極方向は、上下方向および左右方向に隣接する圧電素子31の分極方向と逆になっている。この実施例においても、4つの圧電素子31の上下面にスパッタリングにより0.2 $\mu$ m程度のクロム層38Aと白金層38Bとからなる電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けず、圧電素子31と固定部材20との接

続、及び圧電素子31と可動部材40との接続を導電性接着剤によって行っても良い。

【0046】図3(b)は(a)のアクチュエータ53を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20の電極21と可動部材40とがアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、導体層32とコントローラ18はグラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が4つの圧電素子31の厚さ方向に電極20と可動部材40から導体層32に向かって印加される。この結果、それぞれの層が第2の実施例のアクチュエータ52と同じ方向に回転するので、第3の実施例のアクチュエータ53は、図に二点鎖線で示す方向に回転する。アクチュエータ53の回転量は、印加される同じ電圧の値で第2の実施例のアクチュエータ52の略2倍回転する。

【0047】なお、図3(a)、(b)には、導体層32は並列に並んだ圧電素子31に跨るように配設されているが、導体層32は、それぞれの圧電素子31の積層体毎に別々に配設されていても良い。図4(a)は本発明の第4の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ54の構成を示す組立斜視図である。第4の実施例のアクチュエータ54は、第2の実施例のアクチュエータ52の変形例である。

【0048】図4(a)に示すように、第4の実施例のアクチュエータ54は、第2の実施例のアクチュエータ52における駆動部材30の2つの圧電素子31が一体化された1つの圧電素子33で置き換えられたものである。即ち、第4の実施例のアクチュエータ54は、固定部材20と可動部材40との間に配置された駆動部材30が、一体型の圧電素子33から構成されている点のみが第2の実施例のアクチュエータ52と異なる。この一体型の圧電素子33はその内部で平行で異なる2方向に分極されている。分極方向は第2の実施例の2つの圧電素子31の分極方向と同じである。

【0049】この実施例においても、圧電素子33の上下面にスパッタリングにより電極膜38が形成されていても良い。また、各部材間の接続を導電性接着剤によって行っても良い。図4(b)は(a)のアクチュエータ54を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、

固定部材20の電極21がアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、可動部材40とコントローラ18とはグラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が圧電素子33の厚さ方向に印加される。この結果、一体型の圧電素子33がねじれ変形するので、第4の実施例のアクチュエータ54は図に二点鎖線で示す方向、即ち、第2の実施例のアクチュエータ52と同じ方向に回転する。アクチュエータ54の回転量は、第2の実施例のアクチュエータ52と同じである。

【0050】図5(a)は本発明の第5の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ55の構成を示す組立斜視図である。第5の実施例のアクチュエータ55は、第2の実施例のアクチュエータ52の変形例である。図5(a)に示すように、第5の実施例のアクチュエータ55が第2の実施例のアクチュエータ52と異なる点は、可動部材40がその直下の2つの圧電素子31に重なって直接駆動される基部43と、この基部43から突出する移動量拡大部44から構成され、更に、この基部43にはこの基部43を二分するような第1の切り欠き41が設けられている点のみである。そして、この第1の切り欠き41は、この基部43に重なる駆動部材30の2つの圧電素子31の分極方向に平行な方向になっている。

【0051】この実施例においても、2つの圧電素子31の上下面にスパッタリングにより電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けず、圧電素子31と固定部材20との接続、及び圧電素子31と可動部材40との接続を導電性接着剤によって行っても良い。図5(b)は(a)のアクチュエータ55を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20の電極21がアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、可動部材40とコントローラ18とはグラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が圧電素子31の厚さ方向に印加される。この結果、2つの圧電素子31はその分極方向に応じてそれぞれ図の矢印A、B方向に移動する。すると、移動量拡大部44は矢印Cで示す方向に回転する。

【0052】なお、図5(b)において、コントローラ18からは正極性、負極性の両方の駆動信号が出力される。従って、前述の極性と逆の極性の駆動信号がコントローラ18から出力された場合は、アクチュエータ55の回転方向は矢印C方向と逆の方向になる。このように、第5の実施例のアクチュエータ55は、固定部材20側を固定した状態で移動量拡大部44に動作制御が必要な部材を取り付け、駆動部材30の圧電素子31への電圧の印加を制御すれば、その部材を微小距離だけ破線

で示す矢印D方向に揺動制御することができる。

【0053】図6(a)は本発明の第6の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ56の構成を示す組立斜視図である。第6の実施例のアクチュエータ56は、第3の実施例のアクチュエータ53の変形例である。図6(a)に示すように、第6の実施例のアクチュエータ56が第3の実施例のアクチュエータ53と異なる点は、可動部材40がその直下の2つの圧電素子31に重なって直接駆動される基部43と、この基部43から突出する移動量拡大部44から構成され、また、この基部43にはこの基部43を二分するような第1の切り欠き41が設けられており、更に、導体層32にも第1の切り欠き41の部位で二分されている点のみである。そして、この第1の切り欠き41は、この基部43に重なる駆動部材30の4つの圧電素子31の分極方向に平行な方向になっている。

【0054】この実施例においても、4つの圧電素子31の上下面にスパッタリングにより前述の電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けず、各部材の接続を導電性接着剤によって行っても良い。図6(b)は(a)のアクチュエータ56を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20の電極21と可動部材40がアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、コントローラ18と導体層32とはグラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が圧電素子31の厚さ方向に印加される。この結果、4つの圧電素子31はその分極方向に応じてそれぞれ図の矢印A、B方向に移動する。すると、移動量拡大部44は矢印Cで示す方向に回転する。

【0055】なお、図6(b)において、コントローラ18からは正極性、負極性の両方の駆動信号が出力される。従って、前述の極性と逆の極性の駆動信号がコントローラ18から出力された場合は、アクチュエータ56の回転方向は矢印C方向と逆の方向になる。このように、第6の実施例のアクチュエータ56は、固定部材20側を固定した状態で移動量拡大部44に動作制御が必要な部材を取り付け、駆動部材30の圧電素子31への電圧の印加を制御すれば、その部材を微小距離だけ破線で示す矢印D方向に揺動制御することができる。そして、第6の実施例における移動量拡大部44の揺動量は、第5の実施例における移動量拡大部44の揺動量の略2倍とすることができる。

【0056】図7(a)は本発明の第7の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ57の構成を示す組立斜視図である。第7の実施例のアクチュエータ57は、第4の実施例のアクチュエータ54の変形例である。図7(a)に示すように、第7の実施例のアクチュエータ57が第4の実施例のアクチュエータ54と異なる点は、

可動部材40がその直下の圧電素子33に重なって直接駆動される基部43と、この基部43から突出する移動量拡大部44から構成され、更に、この基部43にはこの基部43を二分するような第1の切り欠き41が設けられている点のみである。そして、この第1の切り欠き41は、この基部43に重なる駆動部材30の圧電素子33の分極方向に平行な方向になっている。

【0057】この実施例においても、圧電素子33の上下面にスパッタリングにより電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子33の上下の面に電極膜38を設けず、各部材の接続を導電性接着剤によって行っても良い。図7(b)は(a)のアクチュエータ57を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20の電極21がアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、コントローラ18と可動部材40はグラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が圧電素子33の厚さ方向に印加される。この結果、圧電素子33はその分極方向に応じてそれぞれ図の矢印A、B方向に移動する。すると、移動量拡大部44は矢印Cで示す方向に回転する。

【0058】なお、図7(b)において、コントローラ18からは正極性、負極性の両方の駆動信号が出力される。従って、前述の極性と逆の極性の駆動信号がコントローラ18から出力された場合は、アクチュエータ56の回転方向は矢印C方向と逆の方向になる。このように、第7の実施例のアクチュエータ57は、固定部材20側を固定した状態で移動量拡大部44に動作制御が必要な部材を取り付け、駆動部材30の圧電素子33への電圧の印加を制御すれば、その部材を微小距離だけ破線で示す矢印D方向に揺動制御することができる。

【0059】図8(a)は本発明の第8の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ58の構成を示す組立斜視図である。第8の実施例のアクチュエータ58は、第5の実施例のアクチュエータ55の変形例である。図8(a)に示すように、第8の実施例のアクチュエータ58が第5の実施例のアクチュエータ55と異なる点は、可動部材40の基部43と移動量拡大部44との境界部に、第1の切り欠き41に直交する第2の切り欠き42が可動部材40の両側から設けられている点のみである。そして、この第1の切り欠き41の先端部と第2の切り欠き42の先端部とで挟まれる部位に、ヒンジ45が形成されている。

【0060】この実施例においても、圧電素子31の上下面にスパッタリングにより電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けず、各部材の接続を導電性接着剤によって行っても良い。図8(b)は(a)のアクチュエータ58を組み立てた状態を示すものである。第8の実施例のアクチュエ

10

20

30

40

50

ータ58のアンブ19を介したコントローラ18との接続は第5の実施例と全く同じである。一方、第8の実施例のアクチュエータ58では、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンブ19で増幅され、所定の電圧が圧電素子31の厚さ方向に印加される。この結果、2つの圧電素子31はその分極方向に応じてそれぞれ図の矢印A、B方向に移動するが、移動量拡大部44の移動量は、ヒンジ45の作用により第5の実施例における移動量拡大部44の移動量よりも大きくなる。

【0061】なお、図8(b)において、コントローラ18からは正極性、負極性の両方の駆動信号が出力される。従って、前述の極性と逆の極性の駆動信号がコントローラ18から出力された場合は、アクチュエータ55の回転方向は矢印C方向と逆の方向になる。このように、第5の実施例のアクチュエータ55は、固定部材20側を固定した状態で移動量拡大部44に動作制御が必要な部材を取り付け、駆動部材30の圧電素子31への電圧の印加を制御すれば、その部材を微小距離だけ破線で示す矢印D方向に揺動制御することができる。

【0062】ここで、第8の実施例のヒンジ45の機能について図15及び図16を用いて説明する。図15(a)は第8の実施例のアクチュエータ58と同様のヒンジ構造を備えたアクチュエータAWHを示しており、(b)はヒンジ構造のないアクチュエータAHLを示している。(a)のアクチュエータAWHの可動部材40には第8の実施例と同様の第1、第2の切り欠き41、42、及び2つのヒンジ45が設けられており、第1の切り欠き41で二分された基部43の部位に圧電素子31が設けられている。移動量拡大部44は第1の切り欠き41の軸線方向に延長されており、その先端部にヘッド等が取り付けられる。このアクチュエータAWHのヒンジ45の間の距離をEとする。一方、(b)のアクチュエータAHLは、(a)のアクチュエータAWHから第1、第2の切り欠き41、42を除いたものであり、2つの圧電素子31の中心間距離をFとする。

【0063】ここで、変位拡大率は、(アクチュエータの変位)÷(素子単体の変位)である。そして、ヒンジ構造では、変位拡大率はヒンジの幅と間隔に依存している。ヒンジの幅を狭めることにより大きな変位拡大率を得ることができる。よって、(a)のようにヒンジ45を設けたアクチュエータAWHでは、圧電素子31に前述のような変位を生じさせて移動量拡大部44を(a)に矢印Sで示す方向に揺動させた場合は、その揺動中心は第1の切り欠き41の中心線が第1の切り欠き41の先端部と交差する点Gである。そして、この場合の変位拡大率は、概ね、下式で表される。

【0064】変位拡大率 =  $2 \times (\text{可動部の長さ} L) / (\text{ヒンジの中心間距離} E)$

一方、ヒンジを設けない場合、圧電素子31に前述のよ

うな変位を生じさせて移動量拡大部44を(b)に矢印Tで示す方向に揺動させた場合は、その揺動中心は2つの圧電素子31の間の領域の中心点Hである。そして、この場合の変位拡大率は、概ね、下式で表される。

【0065】変位拡大率 =  $2 \times (\text{可動部の長さ} L') / (\text{素子の中心間距離} F)$

ここで圧電素子31は可動部材40の土台となっており、圧電素子31の中心間距離Fを狭めるのには制限がある。一方、ヒンジ45の中心間距離Eはその制約が無いので、ヒンジ45の中心間距離Eは圧電素子31の中心間距離Fよりも小さくできる。このため、原理的にヒンジの無い場合よりも変位拡大率が大きくできる。

【0066】また、ヒンジ45が無い場合は、圧電素子31の剪断変形という直進運動を剛体(可動部材40)の回転運動に変換しているため、圧電素子31の剪断変形を妨げる応力が可動部材の2つの素子間に発生し、圧電素子31の変形をアクチュエータの変形に変換する効率が悪い。一方、ヒンジ45を設けた場合、圧電素子31の剪断変形を妨げる応力はヒンジ45の部位のみにしか働かないため、圧電素子31の変位が無理なく可動部材に反映される。

【0067】これらの理由から、ヒンジ45を設けたことにより可動部材40の変位を大きくすることが可能となる。図16(b)は、図16(a)に示す本発明の第8の実施例のアクチュエータ58におけるヒンジ45を構成する第1の切り欠き41の隙間を0.2mmとし、第2の切り欠き42の隙間を0.3mmとした場合の、ヒンジ45の中心間距離と、変位感度の関係の有限要素法による解析の結果を示すものである。この図からヒンジ45の中心間距離が小さくなればなるほど、変位感度が大きくなることが分かる。一方、ヒンジを設けない図15(b)の可動部材40の変位感度は約5nm/V程度である。これと比べるとヒンジ45を設けた場合の可動部材40の変位感度は、ヒンジの無い場合の6倍以上になることが分かる。

【0068】このように、前述の圧電素子31の多層化と同様に、可動部材40にヒンジ45を設けることにより、剪断効果を利用した圧電アクチュエータにおいて大きな変位を持つことが可能となる。図9(a)は本発明の第9の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ59の構成を示す組立斜視図である。第9の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ59は、第6の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ56の変形例である。

【0069】図9(a)に示すように、第9の実施例のアクチュエータ59が第6の実施例のアクチュエータ56と異なる点は、可動部材40の基部43と移動量拡大部44との境界部に、第1の切り欠き41に直交する第2の切り欠き42が可動部材40の両側から設けられている点のみである。そして、この第1の切り欠き41の先

端部と第2の切り欠き42の先端部とで挟まれる部位に、ヒンジ45が形成されている。

【0070】この実施例においても、圧電素子31の上下面にスパッタリングにより電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けず、各部材の接続を導電性接着剤によって行っても良い。図9(b)は(a)のアクチュエータ59を組み立てた状態を示すものである。第9の実施例のアクチュエータ59のアンプ19を介したコントローラ18との接続は第6の実施例と全く同じである。一方、第9の実施例のアクチュエータ59では、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が圧電素子31の厚さ方向に印加される。この結果、2つの圧電素子31はその分極方向に応じてそれぞれ図の矢印A、B方向に移動するが、移動量拡大部44の矢印C方向への移動量は、前述のヒンジ45の作用により第6の実施例における移動量拡大部44の矢印C方向への移動量よりも大きくなる。

【0071】図10(a)は本発明の第10の実施例の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータ60の構成を示す組立斜視図である。第10の実施例のアクチュエータ60は、第7の実施例のアクチュエータ57の変形例である。図10(a)に示すように、第10の実施例のアクチュエータ60が第7の実施例のアクチュエータ57と異なる点は、可動部材40の基部43と移動量拡大部44との境界部に、第1の切り欠き41に直交する第2の切り欠き42が可動部材40の両側から設けられている点のみである。そして、この第1の切り欠き41の先端部と第2の切り欠き42の先端部とで挟まれる部位に、ヒンジ45が形成されている。

【0072】この実施例においても、圧電素子33の上下面にスパッタリングにより電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子33の上下の面に電極膜38を設けず、各部材の接続を導電性接着剤によって行っても良い。図10(b)は(a)のアクチュエータ60を組み立てた状態を示すものである。第10の実施例のアクチュエータ60のアンプ19を介したコントローラ18との接続は第7の実施例と全く同じである。一方、第10の実施例のアクチュエータ60では、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が圧電素子33の厚さ方向に印加される。この結果、圧電素子33はその分極方向に応じてそれぞれ図の矢印A、B方向に移動するが、移動量拡大部44の矢印C方向への移動量は、前述のヒンジ45の作用により第7の実施例における移動量拡大部44の矢印C方向への移動量よりも大きくなる。

【0073】図11は本発明の第8から第10の実施例のアクチュエータ58～60に使用する可動部材40のヒンジ45の構造の別の実施例を示すものである。前述の実施例では、第1の切り欠き41はI字状であった

が、この実施例では、第1の切り欠き41の先端部がT字状になっている点のみが異なる。このように、第1の切り欠き41の形状はI字状に限定されるものではない。

【0074】図12は本発明の剪断型圧電素子を用いた第11の実施例のアクチュエータ61の構成を示すものであり、(a)は駆動部材30のみの構成を示し、(b)は(a)の駆動部材30を使用したアクチュエータ61の構成を示す側面図である。図12(a)に示すように、第11の実施例では駆動部材30が通常の長さの圧電素子31と、この圧電素子31より僅かに長手方向の長さが長い圧電素子34とから構成されている。この実施例の駆動部材30では、圧電素子31と圧電素子34とは一端が揃えられて積層される。従って、駆動部材30の他端においては、駆動部材34の他端が駆動部材31の他端から突出している。圧電素子31と圧電素子34との間に挟まれる導体層32は、長い方の圧電素子34に合わせて積層される。従って、駆動部材30の他端側には導体層32が露出する。第11の実施例ではこの導体層32の露出部を電極部としてリード線35を接続することができる。

【0075】従って、図12(a)に示した駆動部材30を固定部材20の上に配置して作られた第11の実施例のアクチュエータ61では、(b)に示すように、導体層32とリード線35との接続が容易になる。図13は本発明の剪断型圧電素子を用いた第12の実施例のアクチュエータ62の構成を示すものであり、(a)は駆動部材30のみの構成を示し、(b)は(a)の駆動部材30を使用したアクチュエータ62の構成を示す側面図である。

【0076】図13(a)に示すように、第12の実施例では駆動部材30が通常の長さの2つの圧電素子31と、この圧電素子31より僅かに長手方向の長さが長い圧電素子34とから構成されている。この実施例の駆動部材30では、2つの圧電素子31に圧電素子34が挟まれ、3者は一端が揃えられて積層される。従って、駆動部材30の他端においては、駆動部材34の他端が2つの駆動部材31の他端から突出している。圧電素子31と圧電素子34との間に挟まれる導体層32は、長い方の圧電素子34に合わせて積層される。従って、駆動部材30の他端側には圧電素子34の両面に導体層32が露出する。第12の実施例ではこの導体層32の露出部を導体層32の電極部としてリード線35、36を接続することができる。

【0077】従って、図13(a)に示した駆動部材30を固定部材20の上に配置して作られた第12の実施例のアクチュエータ62では、(b)に示すように、導体層32とリード線35、36との接続が容易になる。なお、(b)において23は固定部材20の上に設けられた接地用のリードパターンを示している。第11、第12の実施例においても、圧電素子31の上下面にスパッタ

リングにより電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けず、各部の接続を導電性接着剤によって行っても良い。

【0078】図17(a)は本発明のアクチュエータにおける電極への配線構造の他の例を示すものである。前述の実施例では、圧電素子への電圧の印加を、固定部材20の上にリードパターンが設けられたり、圧電素子31、33、34の電極や可動部材40と固定部材20上のリードパターンとがリード線35、36で結合されていたが、この実施例ではFPC(フレキシブル印刷基板)24によって圧電素子31への電圧の印加が行われるようになっている。なお、図17(b)は固定部材20が導体である場合の図17(a)の固定部材20上の電極の構造を示すものである。この場合は、固定部材20の上に絶縁層25が形成され、この絶縁層25の上に電極21が形成されている。

【0079】図18は前述の第1から第12の実施例のアクチュエータ51~62の何れかを使用する、ヘッドの微小移動機構70を備えたディスク装置のヘッドアクチュエータ80の構成を示すものである。第1から第12の実施例のアクチュエータ51~62の何れかを使用するヘッドの微小移動機構70では、固定部材20がヘッドアクチュエータ80のヘッドアーム72として構成される。また、可動部材40には、先端部にヘッドスライダ71が取り付けられたスプリングアーム74の基部が取り付けられる。

【0080】図19は本発明の第1の実施例のアクチュエータ51を使用したヘッドの微小移動機構70の構成を示すものである。この実施例のヘッドの微小移動機構70では、ヘッドアーム72(固定部材20)の先端部に駆動部材30の底面全体に接続する1つの電極21とリードパターン22、23が形成されている。電極21の上に導体層32を挟んで2つの圧電素子31が積層された駆動部材30が配置され、その上にスプリングアーム74の基部を溶接等の手段によって取り付けられた可動部材40が配置される。可動部材40が図示しないリード線によってリードパターン23に接続される。この実施例のヘッドの微小移動機構70では、リードパターン22、23の間に電圧が印加されると、スプリングアーム74は図のR、L方向に微小移動する。

【0081】図20(a)は本発明の第8の実施例のアクチュエータ58を使用したヘッドの微小移動機構70の構成を示すものである。この実施例のヘッドの微小移動機構70では、ヘッドアーム72(固定部材20)の先端部に駆動部材30の底面全体に接続する1つの電極21とリードパターン22、23が形成されている。電極21の上には2つの圧電素子31が概ね平行に並んで配置され、その上に可動部材40が配置される。可動部材40には、第1の切り欠き41で分離され、それぞれ2つの圧電素子31の上に重ねられる基部43と、この基

部43にヒンジ45によって接続する移動量拡大部44とがある。移動量拡大部44にスプリングアーム74の基部が溶接等の手段によって取り付けられる。可動部材40はリード線に37によってリードパターン23に接続される。この実施例のヘッドの微小移動機構70では、リードパターン22、23の間に電圧が印加されると、スプリングアーム74は2つのヒンジ45の間にある点Gを中心にして、図のC、UC方向に微小角度だけ揺動する。なお、可動部材40はグラウンドに接続されていることが望ましい。

【0082】図20(b)は図20(a)で説明した実施例のヘッドの微小移動機構70の変形例を示すものである。(b)の実施例が(a)の実施例と異なる点は、可動部材40がスプリングアーム74自体となっている点のみである。そして、第1と第2の切り欠き41、42に挟まれたヒンジ45によって分離されたスプリングアーム74の基部43が駆動部材30の圧電素子31の上にそれぞれ重ねられる。この変形例のヘッドの微小移動機構70の動作は図20(a)のヘッドの微小移動機構と全く同じである。

【0083】図21は図20のヘッドの微小移動機構70の変形例の構成を示すものである。図21のヘッドの微小移動機構70が図20(a)の微小移動機構70と異なる点は、ヘッドアーム72上の電極形状、及び圧電素子31の分極方向のみである。図20(a)の実施例では、ヘッドアーム72(固定部材20)の先端部に駆動部材30の底面全体に接続する1つの電極21とリードパターン22、23が形成されており、電極21の上には分極方向が逆の2つの圧電素子31が概ね平行に並んで配置され、その上に可動部材40が配置されていた。そして、可動部材40の第1の切り欠き41で分離された基部43はそれぞれリード線37によってリードパターン23に接続されていた。

【0084】一方、図21の実施例では、ヘッドアーム72(固定部材20)の先端部に駆動部材30の2つの圧電素子31にそれぞれ接続する2つの電極26、27が概ね平行に並んで形成されており、電極26、27の上には分極方向が同じの2つの圧電素子31がそれぞれ配置され、その上に導電性の可動部材40が配置されている。この実施例のヘッドの微小移動機構70では、電極26、27に接続するリードパターン28、29の間に電圧が印加されると、スプリングアーム74は2つのヒンジ45の間にある点Gを中心にして、図のC、UC方向に微小角度だけ揺動する。この実施例にはリード線は不要である。

【0085】図22は図21で説明した実施例のヘッドの微小移動機構70の変形例を示すものである。図22の実施例が図21の実施例と異なる点は、可動部材40がスプリングアーム74自体となっている点のみである。そして、第1と第2の切り欠き41、42に挟まれ

10

20

30

40

50



たヒンジ45によって分離されたスプリングアーム74の基部43が駆動部材30の圧電素子31の上にそれぞれ重ねられる。この変形例のヘッドの微小移動機構70の動作は図21のヘッドの微小移動機構と全く同じである。

【0086】図23は本発明の第11の実施例のアクチュエータ61を使用したヘッド微小移動機構70の構成を示すものである。第11の実施例では、前述のように、駆動部材30が通常の長さの圧電素子31と、この圧電素子31より僅かに長手方向の長さが長い圧電素子34とから構成されており、駆動部材34の端部が駆動部材31の他端から突出している。そして、圧電素子31と圧電素子34との間に挟まれる導体層32は圧電素子34の一端に露出している。よって、この導体層32の露出部を電極部としてリード線35を接続することができる。従って、この実施例のヘッドの微小移動機構70では、導体層32とリード線35との接続が容易になる。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の剪断型アクチュエータ、およびこのアクチュエータを使用したヘッドの微小移動機構によれば、以下のような効果がある。

(1) 固定部材と可動部材の間に圧電素子からなる駆動部材を接着によって積層しただけの構造であるため製造性が良く、コストが低い。

【0088】(2) 駆動部材が直接可動部材を変位させるので、接着層が可動部材の変位に及ぼす影響が小さい。

(3) 素子の単位電圧あたりの変位量が、素子厚さに依存しないため、素子を薄くでき、アクチュエータの薄型化に適する。

(4) 駆動部材において圧電素子を複数枚積層して使用することにより、駆動部材の単位電圧あたりのアクチュエータの変位量である変位感度を増大させることができる。

【0089】(5) 可動部材の一部にヒンジ構造を採用することにより、駆動部材の変位感度を増大させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第1の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図、(c)は第1の実施例の変形実施例を示す圧電素子の上下の面に電極膜が設けられた圧電素子の側面図、(d)は第1の実施例の別の変形実施例を示すアクチュエータの側面図である。

【図2】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第2の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図3】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第3の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図4】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第4の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図5】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第5の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図6】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第6の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図7】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第7の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図8】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第8の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図9】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第9の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図10】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第10の実施例の構成を示す組立斜視図、(b)は(a)のアクチュエータの組立後の動作の一例を示す斜視図である。

【図11】本発明のアクチュエータに使用するスパーサのヒンジ構造の別の実施例を示す平面図である。

【図12】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第11の実施例の圧電素子のみの構成を示す斜視図、(b)は(a)の圧電素子を使用したアクチュエータの構成を示す側面図である。

【図13】(a)は本発明の剪断型圧電素子を用いたアクチュエータの第12の実施例の圧電素子のみの構成を示す組立斜視図、(b)は(a)の圧電素子を使用したアクチュエータの構成を示す側面図である。

【図14】(a)、(b)は本発明のアクチュエータに使用する剪断型圧電素子の分極方向、電圧の印加方向による圧電素子の変形の原理を示す説明図である。

【図15】(a)はヒンジ構造を備えた本発明のアクチュエータの平面図、(b)はヒンジ構造のない本発明のアクチュエータの平面図である。

【図16】(a)は本発明のアクチュエータにおけるヒンジ構造の構成の一例を示す部分平面図、(b)は(a)のヒ



ンジ構造におけるヒンジの中心間距離と変位感度の関係を示す線図である。

【図 17】(a) は本発明のアクチュエータにおける電極へのリード線の配線構造の一例を示す斜視図、(b) は(a) のベースの構成を示す平面図である。

【図 18】本発明のアクチュエータを使用するヘッドの微小移動機構を備えたヘッドアクチュエータの構成を示す組立図である。

【図 19】本発明の第 1 の実施例のアクチュエータを使用したヘッド微小移動機構の構成を示す組立斜視図である。

【図 20】(a) は本発明の第 8 の実施例のアクチュエータを使用したヘッド微小移動機構の構成を示す組立斜視図、(b) は本発明の第 8 の実施例の変形例のアクチュエータを使用したヘッド微小移動機構の構成を示す組立斜視図である。

【図 21】図 20 のヘッドの微小移動機構の変形例の構成を示す組立斜視図である。

【図 22】図 21 のヘッドの微小移動機構の変形例の構成を示す組立斜視図である。

【図 23】本発明の第 11 の実施例のアクチュエータを使用したヘッド微小移動機構の構成を示す斜視図である。

【図 24】(a) はサブアクチュエータを備えた従来のヘッドアクチュエータの平面図、(b) は(a) のサブアクチュエータの拡大図である。

\* 【図 25】(a) は従来の他のヘッド微小移動機構を搭載したディスク装置のヘッドアクチュエータの構成を示す組立斜視図、(b) は(a) のヘッドアクチュエータにおけるヘッド微小移動機構を拡大して示す部分拡大組立斜視図である。

【図 26】(a) , (b) は図 25 (b) の圧電素子の電源への接続例を示す回路構成図である。

【符号の説明】

20 … 固定部材

21 … 電極

30 … 駆動部材

31 … 剪断型圧電素子

32 … 導体層

33, 34 … 剪断型圧電素子

40 … 可動部材

41 … 第 1 の切り欠き

42 … 第 2 の切り欠き

43 … 基部

44 … 移動量拡大部

20 45 … ヒンジ

51 ~ 62 … 第 1 から第 12 の実施例のアクチュエータ

70 … ヘッドの微小移動機構

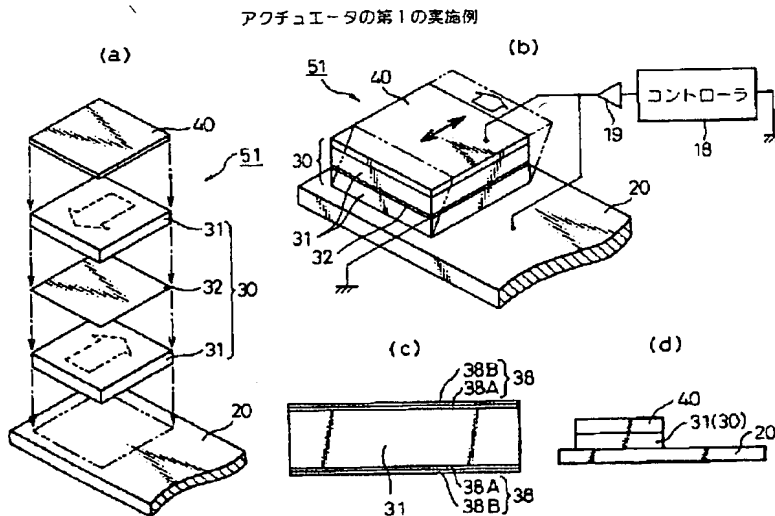
72 … ヘッドアーム

74 … スプリングアーム

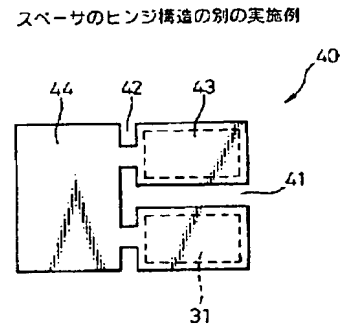
80 … ヘッドアクチュエータ

\*

【図 1】

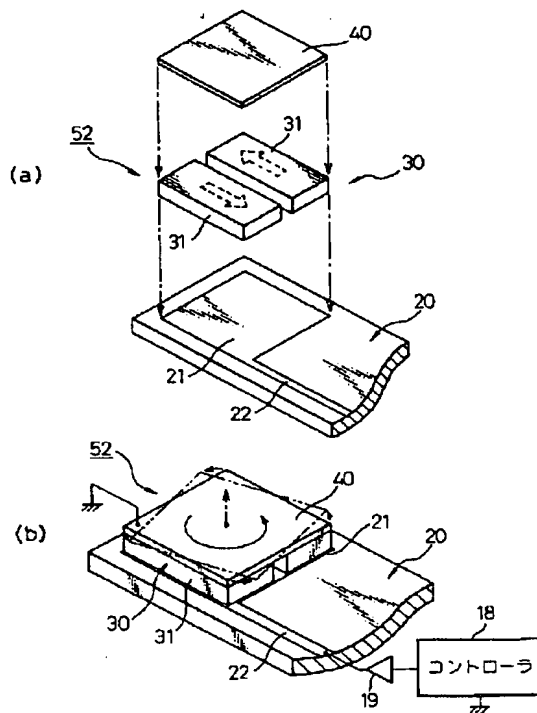


【図 11】



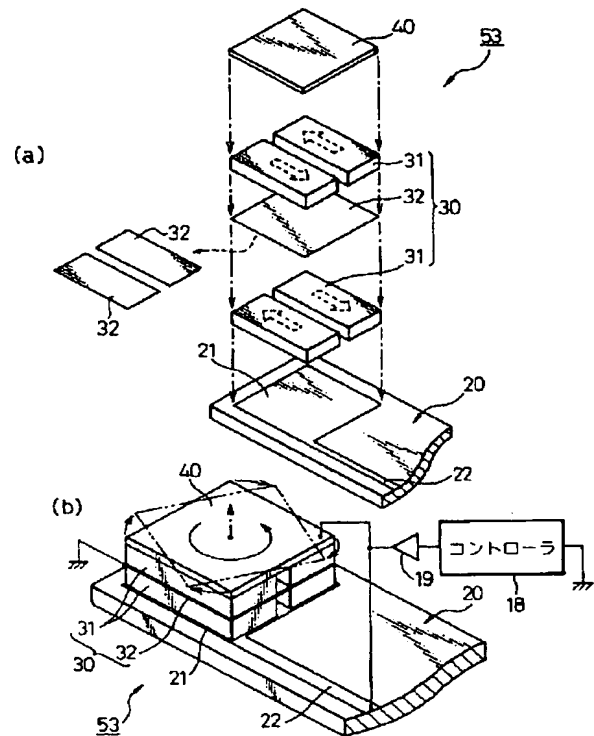
【図2】

アクチュエータの第2の実施例



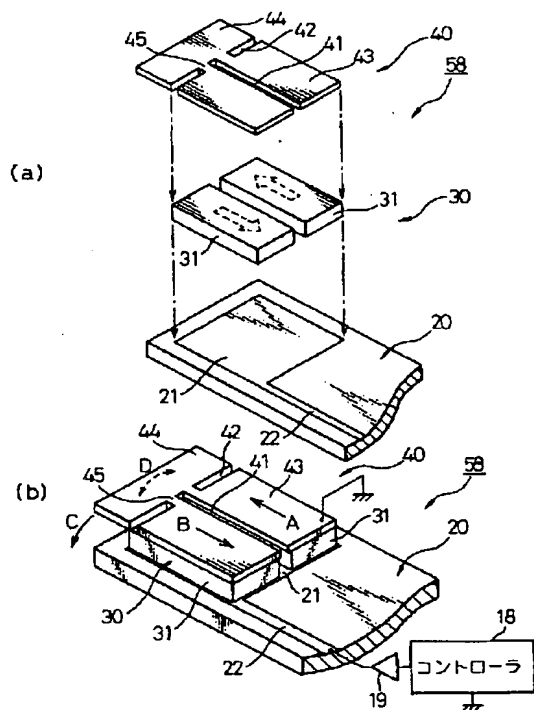
【図3】

アクチュエータの第3の実施例



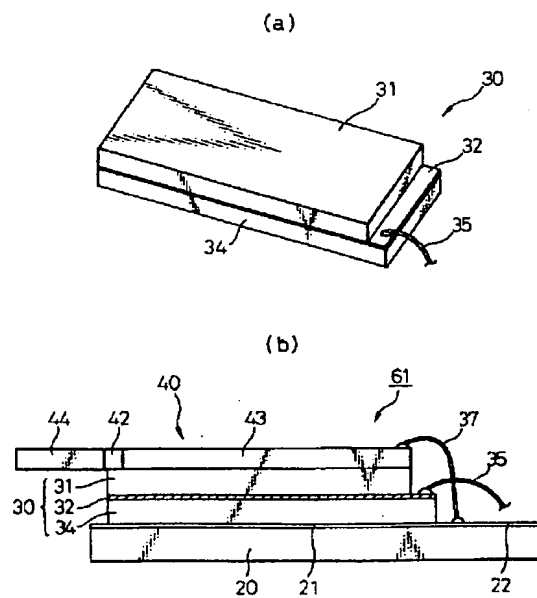
【図8】

アクチュエータの第8の実施例



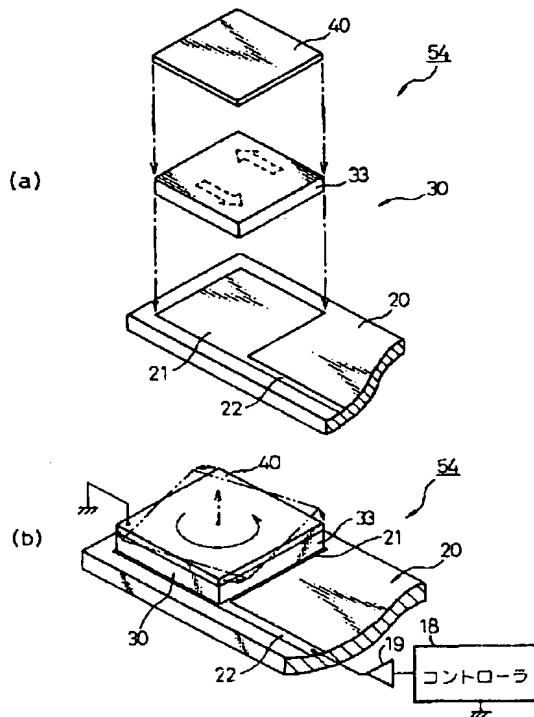
【図12】

アクチュエータの第11の実施例



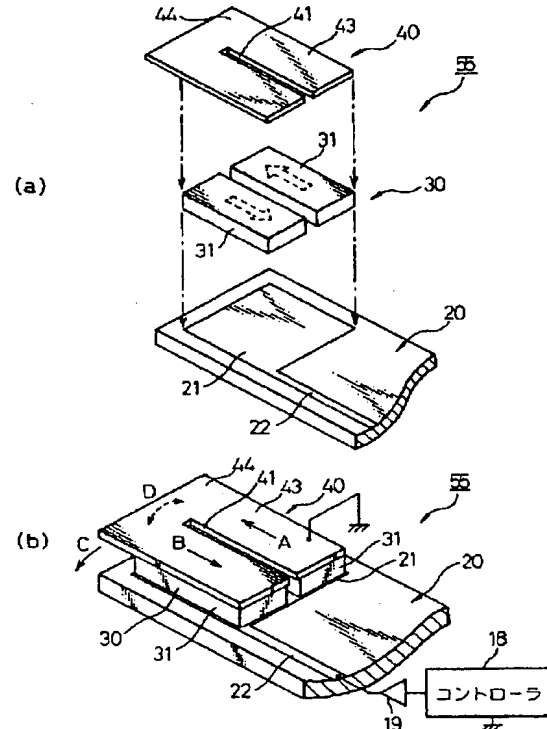
【図4】

アクチュエータの第4の実施例



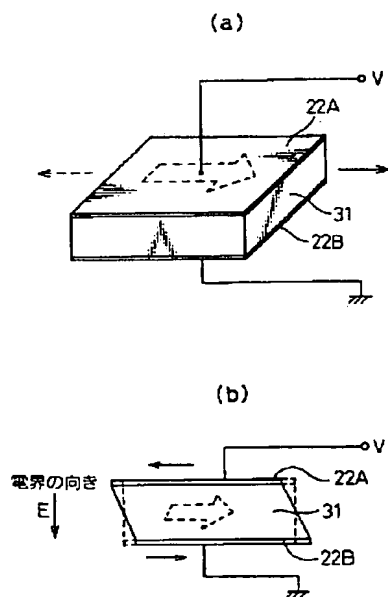
【図5】

アクチュエータの第5の実施例



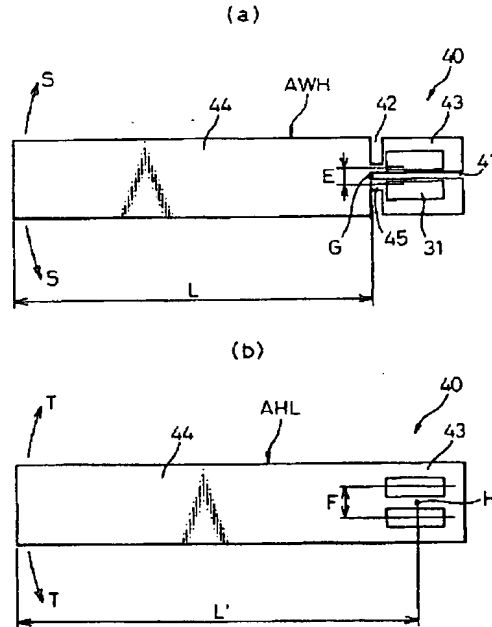
【図14】

煎断型圧電素子の動作原理

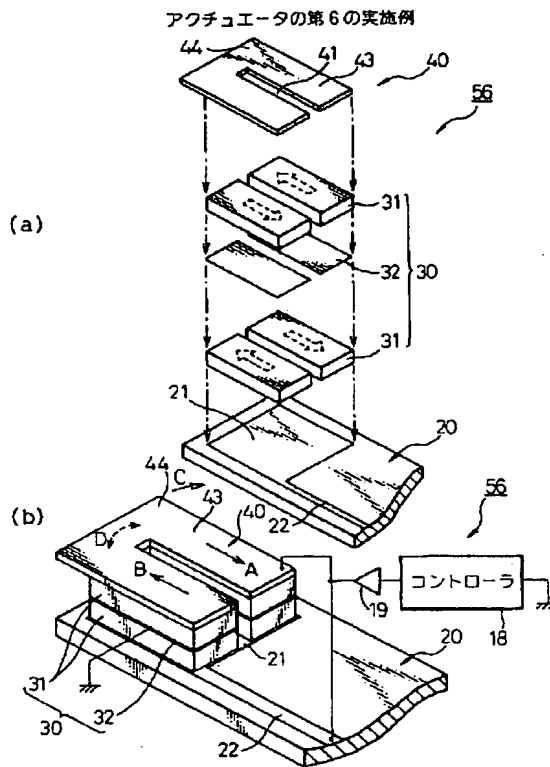


【図15】

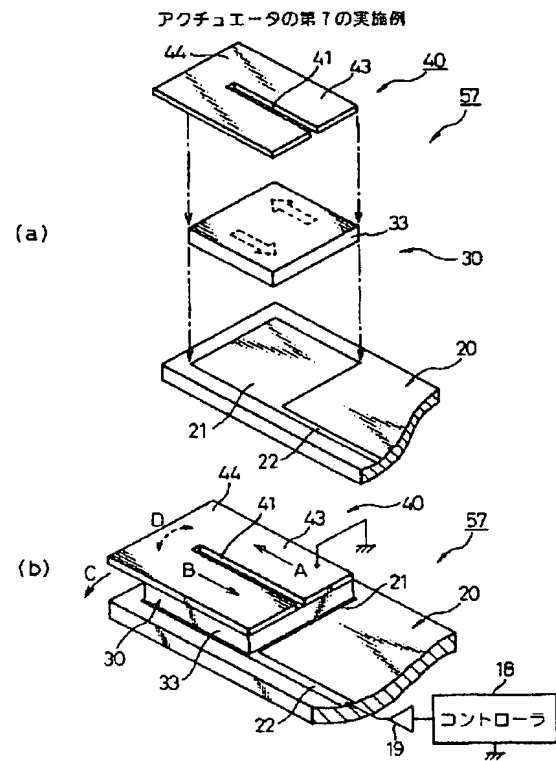
ヒンジ構造の有無による動作倍率の比較



【図6】

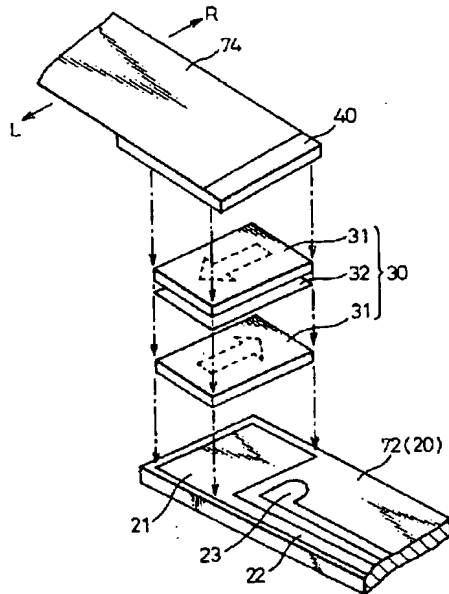


【図7】



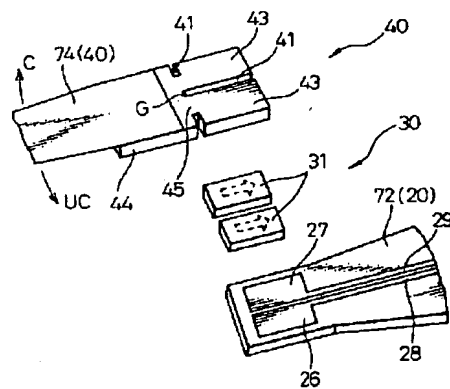
【図19】

第1の実施例のアクチュエータを用いたヘッドの微小移動機構

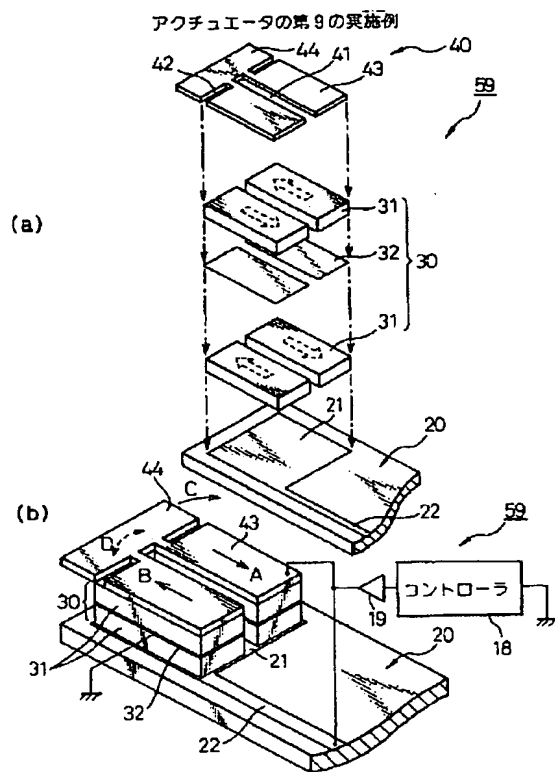


【図21】

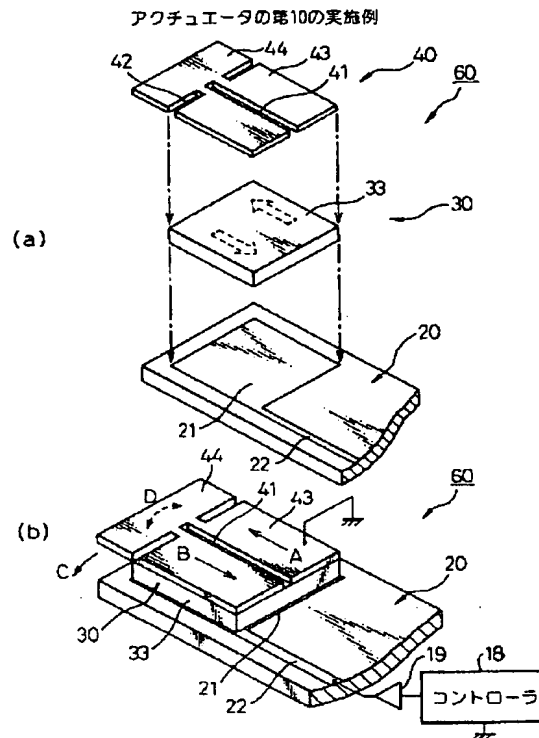
図20のヘッドの微小移動機構の変形例



【図9】



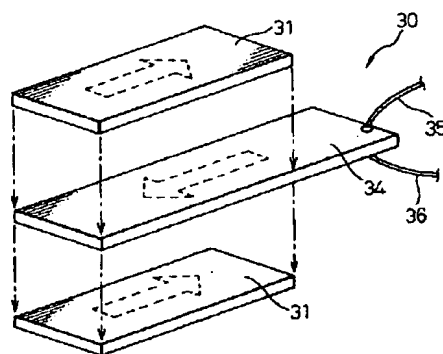
【図10】



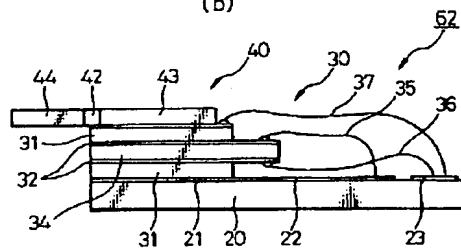
【図13】

アクチュエータの第12の実施例

(a)

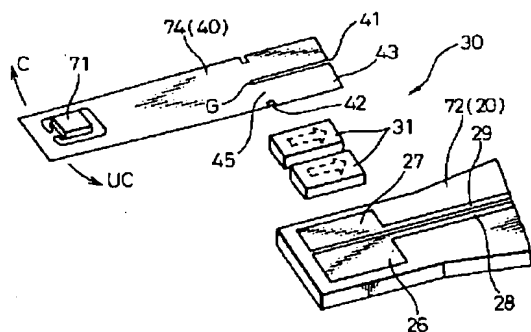


(b)



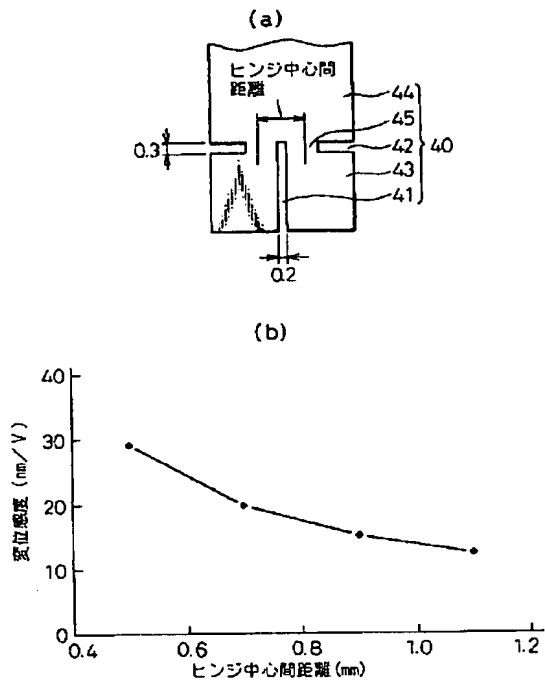
【図22】

図21のヘッドの微小移動機構の変形例



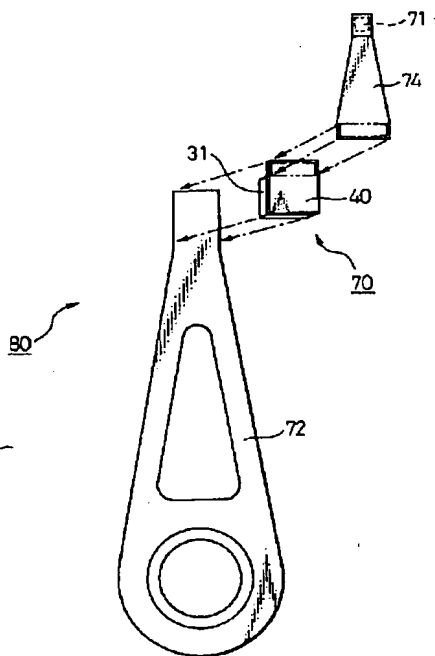
【図16】

ヒンジ中心間距離と変位感度



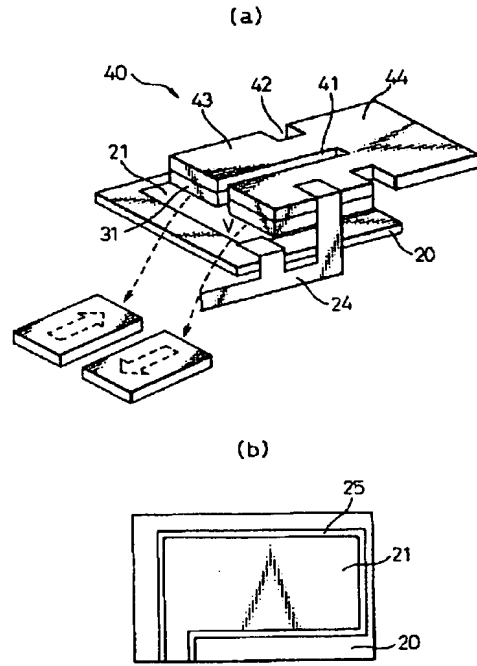
【図18】

本発明のアクチュエータを用いたヘッドの微小移動機構



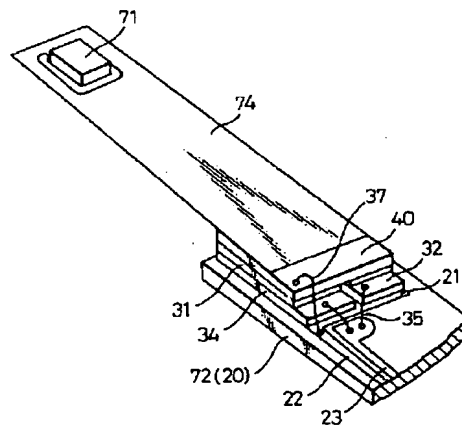
【図17】

アクチュエータへの配線構造



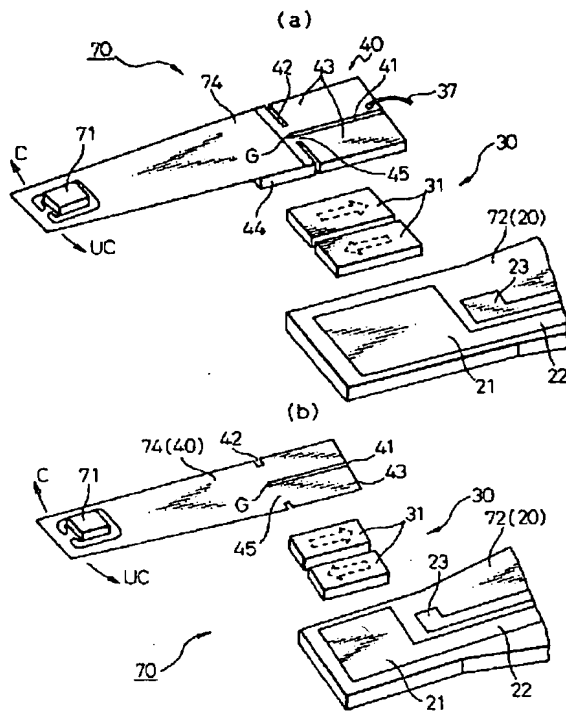
【図23】

第11の実施例のアクチュエータを用いたヘッドの微小移動機構

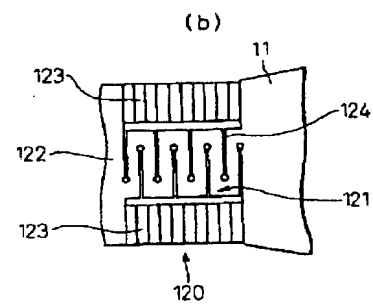
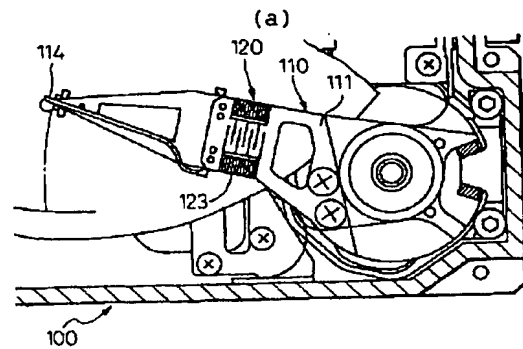


【図20】

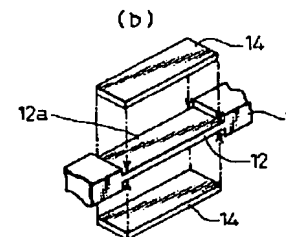
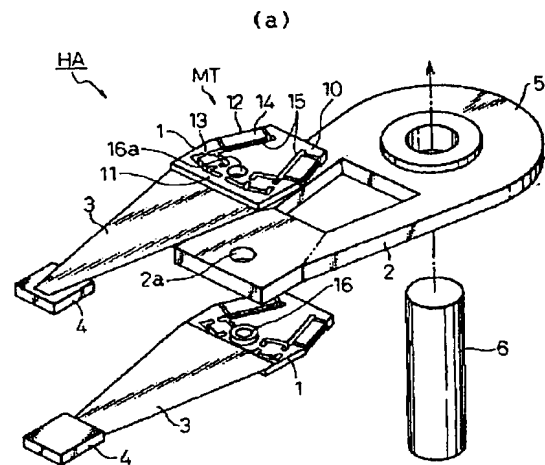
第8の実施例のアクチュエータを用いたヘッドの微小移動機構



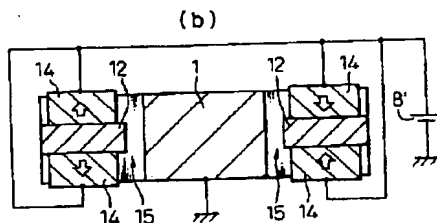
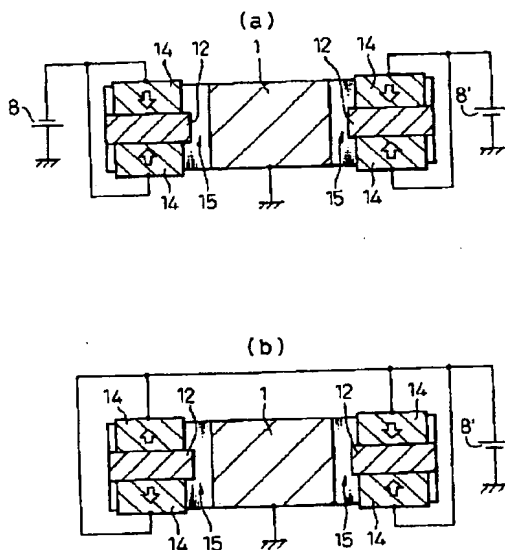
【図24】



【図25】



【図26】



## 【手続補正書】

【提出日】平成10年4月13日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正内容】

【0035】更に、図1(a)の実施例の変形例として、導体層32を導電性接着剤としても良い。この場合は、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けなくても良い。また、圧電素子31と固定部材20との接続、及び圧電素子31と可動部材40との接続を導電性接着剤によって行うこともできる。この変形例では、電極膜38を形成する工程が削減される利点がある。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正内容】

【0036】更にまた、図1(a)の実施例の別の変形例として、図1(d)に示すように、駆動部材30として、単一の圧電素子31のみを使用しても良い。図1(b)は(a)のアクチュエータ51を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20と可動部材40がアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、駆動部材30の導体層32とコントローラ18は、グラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が2つの圧電素子31の厚さ方向に印加され、第1の実施例のアクチュエータ51は図に二点鎖線で示す方向に変形する。アクチュエータ51の変形量は、印加される電圧の値が大きいほど大きく、また、アクチュエータ51を構成する駆動部材30における圧電素子31の積層枚数が多いほど、大きくなる。

## 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正内容】

【0046】図3(b)は(a)のアクチュエータ53を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20の電極21と可動部材40とがアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、導体層32とコントローラ18はグラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が4つの圧電素子31の厚さ方向に電極21と可動部材40から導体層32に向かって印加される。この結果、それぞれの層が第2の実施例のアクチュエータ52

と同じ方向に回転するので、第3の実施例のアクチュエータ53は、図に二点鎖線で示す方向に回転する。アクチュエータ53の回転量は、印加される同じ電圧の値で第2の実施例のアクチュエータ52の略2倍回転する。

## 【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正内容】

【0054】この実施例においても、4つの圧電素子31の上下面にスパッタリングにより前述の電極膜38が形成されていても良い。また、圧電素子31の上下の面に電極膜38を設けず、各部材の接続を導電性接着剤によって行っても良い。図6(b)は(a)のアクチュエータ56を組み立てた状態を示すものである。この実施例では、固定部材20の電極21と可動部材40がアンプ19を介してコントローラ18に接続されており、コントローラ18と導体層32とはグラウンドに接続されている。従って、コントローラ18から所定の極性の駆動信号が出力されると、この信号がアンプ19で増幅され、所定の電圧が圧電素子31の厚さ方向に印加される。この結果、4つの圧電素子31はその分極方向に応じてそれぞれ図の矢印A、B方向に移動する。すると、移動量拡大部44は矢印Cで示す方向に回転する。

## 【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正内容】

【0061】なお、図8(b)において、コントローラ18からは正極性、負極性の両方の駆動信号が出力される。従って、前述の極性と逆の極性の駆動信号がコントローラ18から出力された場合は、アクチュエータ55の回転方向は矢印C方向と逆の方向になる。このように、第8の実施例のアクチュエータ58は、固定部材20側を固定した状態で移動量拡大部44に動作制御が必要な部材を取り付け、駆動部材30の圧電素子31への電圧の印加を制御すれば、その部材を微小距離だけ破線で示す矢印D方向に揺動制御することができる。

## 【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正内容】

【0074】図12は本発明の剪断型圧電素子を用いた第11の実施例のアクチュエータ61の構成を示すものであり、(a)は駆動部材30のみの構成を示し、(b)は(a)の駆動部材30を使用したアクチュエータ61の構成を示す側面図である。図12(a)に示すように、第1



1の実施例では駆動部材30が通常の長さの圧電素子31と、この圧電素子31より僅かに長手方向の長さが長い圧電素子34とから構成されている。この実施例の駆動部材30では、圧電素子31と圧電素子34とは一端が揃えられて積層される。従って、駆動部材30の他端においては、圧電素子34の他端が圧電素子31の他端から突出している。圧電素子31と圧電素子34との間に挟まれる導体層32は、長い方の圧電素子34に合わせて積層される。従って、駆動部材30の他端側には導体層32が露出する。第11の実施例ではこの導体層32の露出部を電極部としてリード線35を接続することができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】変更

【補正内容】

【0076】図13(a)に示すように、第12の実施例では駆動部材30が通常の長さの2つの圧電素子31と、この圧電素子31より僅かに長手方向の長さが長い圧電素子34とから構成されている。この実施例の駆動部材30では、2つの圧電素子31に圧電素子34が挟まれ、3者は一端が揃えられて積層される。従って、駆動部材30の他端においては、圧電素子34の他端が2つの圧電素子31の他端から突出している。圧電素子31と圧電素子34との間に挟まれる導体層32は、長い方の圧電素子34に合わせて積層される。従って、駆動部材30の他端側には圧電素子34の両面に導体層32が露出する。第12の実施例ではこの導体層32の露出部を導体層32の電極部としてリード線35、36を接続することができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0086

【補正方法】変更

【補正内容】

\*

\*【0086】図23は本発明の第11の実施例のアクチュエータ61を使用したヘッド微小移動機構70の構成を示すものである。第11の実施例では、前述のように、駆動部材30が通常の長さの圧電素子31と、この圧電素子31より僅かに長手方向の長さが長い圧電素子34とから構成されており、圧電素子34の端部が圧電素子31の他端から突出している。そして、圧電素子31と圧電素子34との間に挟まれる導体層32は圧電素子34の一端に露出している。よって、この導体層32の露出部を電極部としてリード線35を接続することができる。従って、この実施例のヘッドの微小移動機構70では、導体層32とリード線35との接続が容易になる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図21

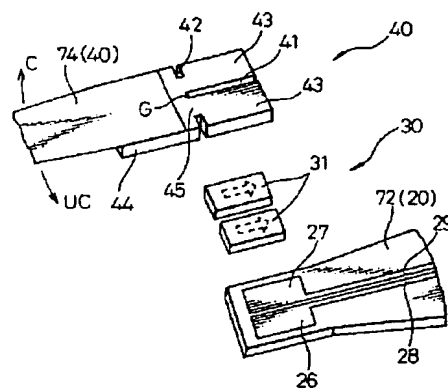
【補正方法】変更

【補正内容】

【図21】

図21

図20のヘッドの微小移動機構の変形例



フロントページの続き

(72)発明者 山田 朋良  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内  
(72)発明者 植松 幸弘  
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 中野 寿  
東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内  
(72)発明者 井上 淳一  
東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内  
(72)発明者 鈴木 徹也  
東京都港区新橋5丁目36番11号 富士電気  
化学株式会社内